



МГУ им. М.В.Ломоносова, «Цифровизация-2018»

# ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Академик И.А. Соколов  
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук,  
НОЦ МГУ им. М.В.Ломоносова «Цифровая экономика»

Москва, 3 декабря 2018

# ДРАЙВЕРЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

## 1. Дифференциальные исчисления Ньютон → Лейбниц (1677)

- 2-ой закон Ньютона (механика)
- Цикл Карно (двигатели)
- Уравнения Навье-Стокса (процессы)
- Уравнение Шрёдингера (квантовая механика, ядерная физика)

## 2. Компьютеры (1950 → ...)

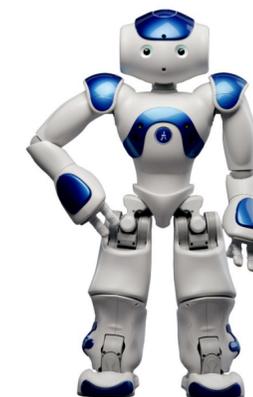
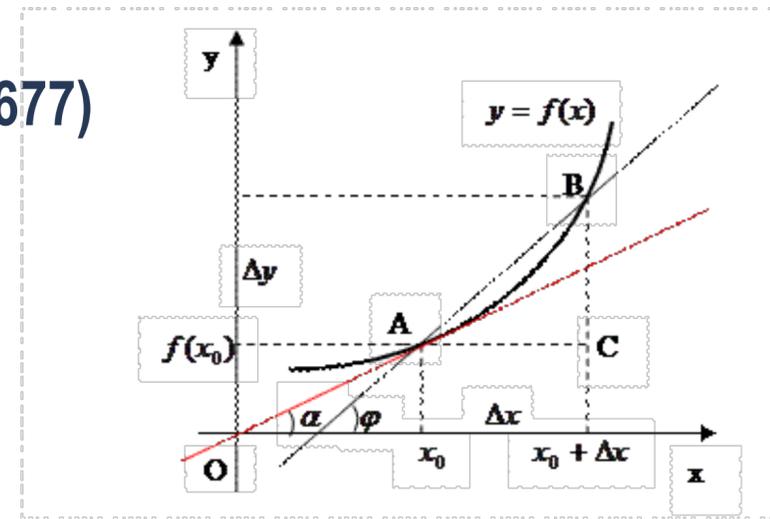
- Численные методы решения дифференциальных уравнений
- Методы Монте-Карло

## 3. Большие данные (2010 → ...)

- Сеть датчиков (смартфоны)
- Экспериментальные установки (ускорители заряженных частиц)
- Наблюдательные установки (телескопы)

## 4. Методы ИИ (2015 → ...)

- Извлечение знаний
- Автономизация технических устройств



# ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ В МИРЕ



# МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

## Основные теоретические методы:

- методы представления знаний,
- методы приобретения знаний компьютерными системами,
- методы моделирования и автоматизации рациональных рассуждений и порождения познавательных гипотез,
- методы автоматизации планирования и целенаправленного поведения,
- методы автоматического анализа речи.

# МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Среди формальных языков и систем выделяют:

- **системы правил:**

общий вид -  $r = \langle Con, Add, Del \rangle$ , где  $Con$  – условие правила,  $Add$  – множество добавляемых фактов,  $Del$  множество удаляемых правилом фактов (элементами этих трёх множеств могут являться как логические, так и лингвистические конструкции, переменные и константы),

- **семантические сети:**

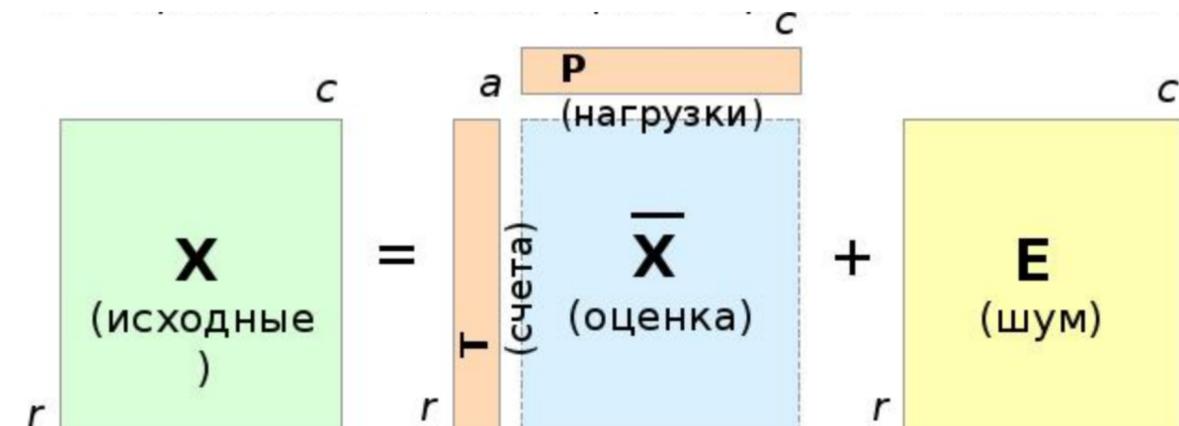
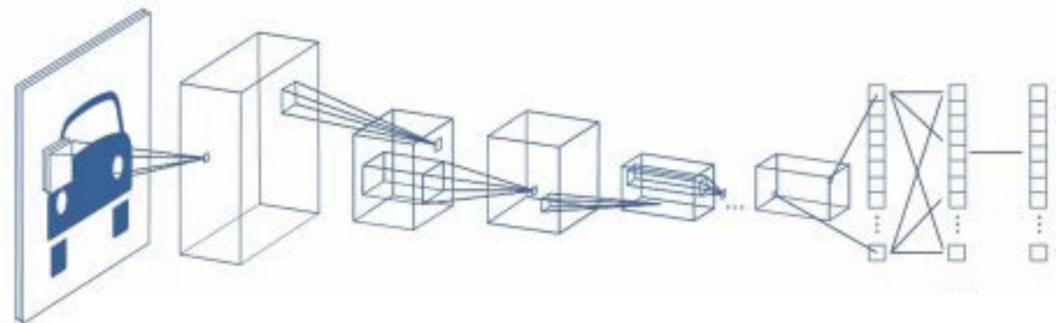
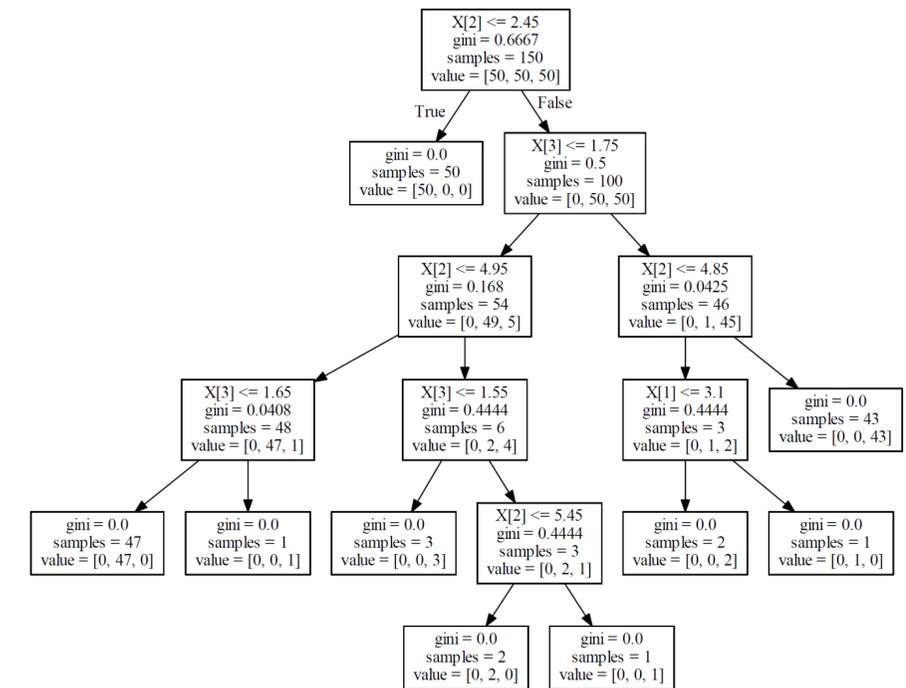
неоднородная семантическая сеть  $H = \langle D, N, R, F \rangle$ , где  $D$  – семейство множеств,  $N$  – подмножество слов конечной длины над некоторым алфавитом,  $R$  – семейство отношений на  $N^2$ ,  $F$  – семейство типизированных функций на  $D$ .

- **системы фреймов.**

# МЕТОДЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ

Методы обучения по примерам или интеллектуального анализа данных:

- **логические** (эмпирическая индукция – TDIDT, AQ-алгоритм, алгоритм FOIL, конструктивная индукция - CIA),
- **статистические** (например, регрессия, РСА и т.д.),
- **вычислительные** (анализ данных в динамических системах – BACON, LAGRANGE)
- **графы вычислений** (т.н. искусственные нейронные сети).



# МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАССУЖДЕНИЙ

Рассуждения по индукции, аналогия, абдукция, аргументация, рассуждения на основе прецедентов, логические теории пространства-времени.

**Немонотонные рассуждения** связаны с поиском эмпирических зависимостей в данных, обучением по примерам и рассуждениями в эмпирических теориях. Выделились в самостоятельный раздел логики.  
**Рассуждения о действиях** исследуют связь действий и эффектов действий (результатов действий).  
**Рассуждения с неопределенностью** использование Байесовского формализма в моделях рассуждений.

Пример дедукции:

$$\frac{a \in A, P(A)}{P(a)}$$

Пример абдукции:

$$\frac{P \rightarrow \diamond Q, R \rightarrow \diamond Q}{Q \rightarrow P \wedge R}$$

$\diamond$  - модальность возможности

# МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ

План  $P$  — это последовательность состояний  $s_0, \dots, s_n$ , последовательность правил  $R_1, \dots, R_n$ , и последовательность подстановок  $\theta_1, \dots, \theta_n$ , такая что, цель  $G$  выполнима в  $s_n$ .

Длина плана  $P$  равна  $n$ .

$$P: s_0 \xRightarrow{R_1, \theta_1} s_1 \xRightarrow{R_2, \theta_2} s_2 \dots \xRightarrow{R_n, \theta_n} s_n$$

# МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

## **Семантический поиск в больших массивах текстов:**

- поиск документов (в полнотекстовой БД, в локальных и глобальных телекоммуникационных сетях);
- извлечение данных из текстов; извлечение знаний из текстов.

## **Обработка текстов:**

- сегментация, классификация, кластеризация,
- аннотирование или реферирование текстов,
- перевод.

## **Диалоговые системы:**

- интеллектуальные вопросно-ответные системы;
- системы общения конечных пользователей с БД, предоставляющие различные услуги (выполнение банковских операций по телефону, заказ товаров по каталогам);
- голосовое управление техникой, кооперативное решение проблем (человек плюс интеллектуальная система).

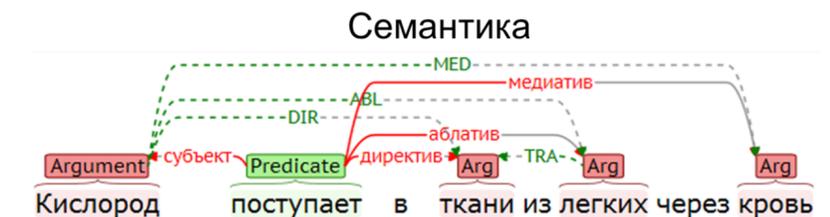
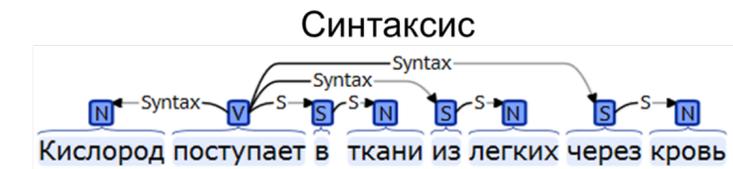
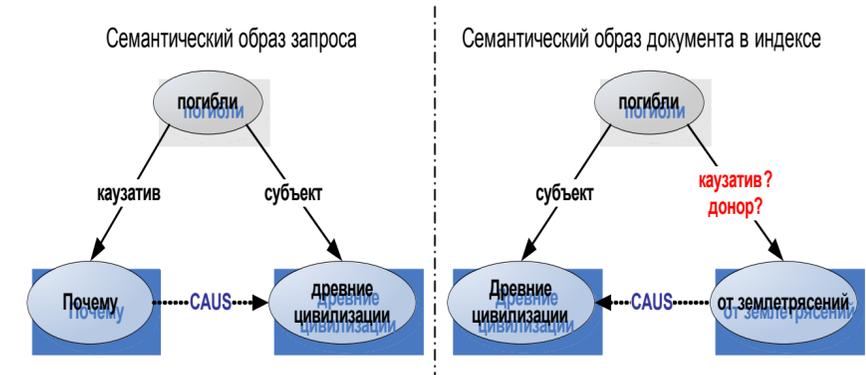
## **Автоматическое обучение анализу текстов.**

# ИИ И АНАЛИЗ ЯЗЫКА

**Задача:** анализ естественного языка и извлечение знаний из текстов.

**Проблема:** ранее существовавшие формальные модели языка не допускали полной компьютерной реализации.

**Решение методами ИИ:** преобразование текста в структуры особого вида с присоединёнными процедурами интерпретации – неоднородные семантические сети, с которыми далее могут работать машины точного поиска, системы анализа качества текста, анализа публикационной активности по научному направлению, научному коллективу и т.д.

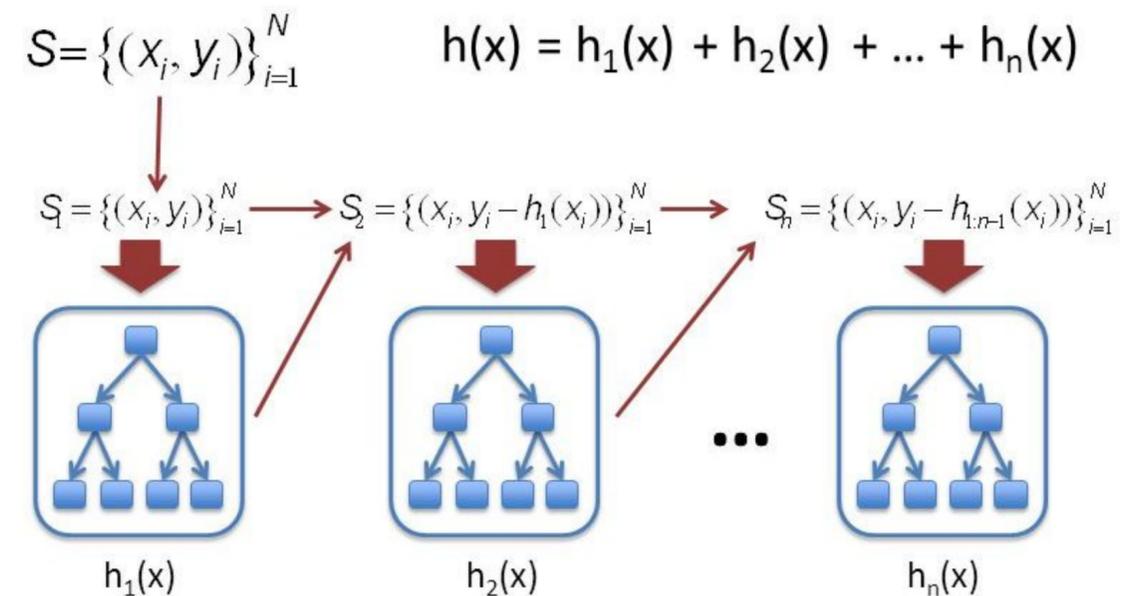


# ИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

**Задача:** анализ данных металлургического комбината с получением прогнозных рекомендаций.

**Проблема:** высокие затраты на получение даже приближенного решения точных уравнений, описывающих технологические процессы выплавки ферросплава.

**Решение методами ИИ:** применение методов машинного обучения, в том числе деревьев решений и специальных графов вычислений (искусственных нейронных сетей), которые обучаются на основе прецедентов и приближенных оптимизационных методов.

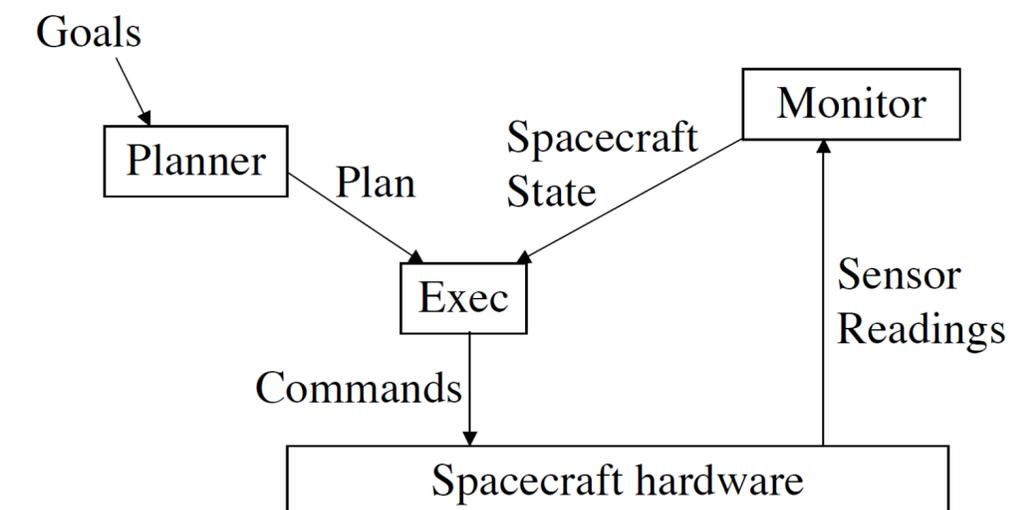
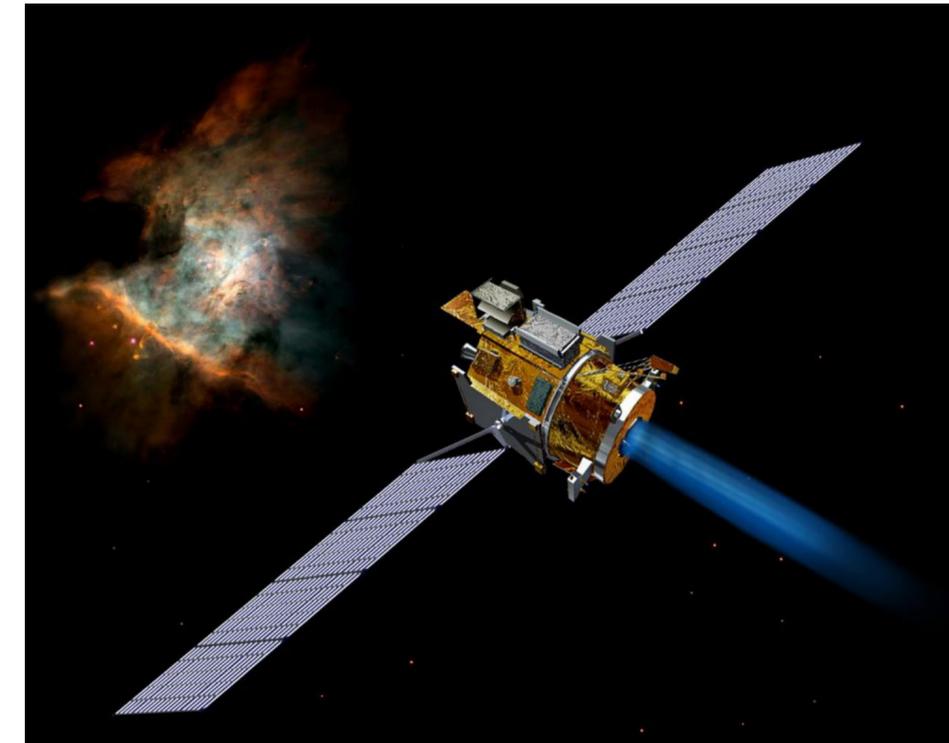


# ИИ В ДАЛЬНЕМ КОСМОСЕ

**Задача:** диагностика и управление сложным техническим объектом в условиях динамической внешней среды и отсутствия связи с центром управления.

**Проблема:** существенное запаздывание радиосигнала из-за большого удаления от Земли, что не позволяло принимать быстрые решения по устранению неполадок.

**Решение методами ИИ:** агентный подход к декомпозиции задачи принятия решений по управлению и самовосстановлению бортовых систем – основанная на экспертных знаниях диагностическая система (Livingstone, 600 правил, модели экспертных рассуждений), надежный планировщик (EUROPA) и система исполнения плана (EXEC).

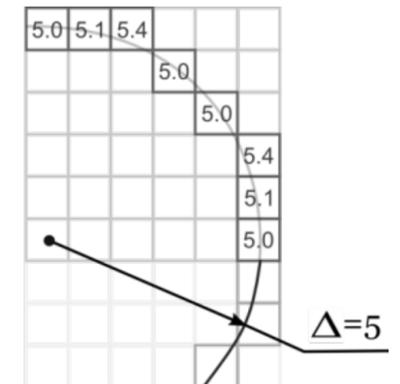
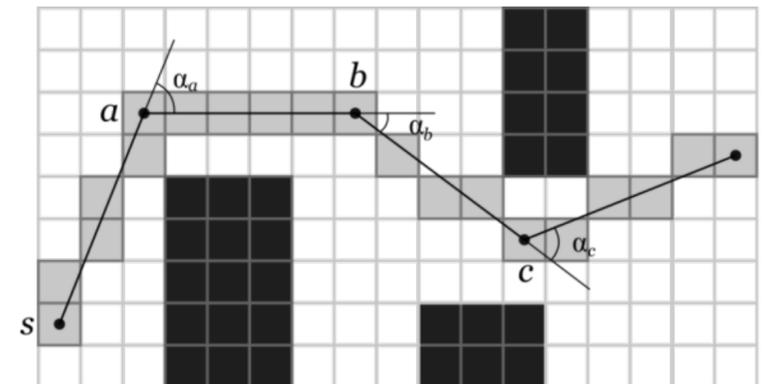


# ИИ И ПЛАНИРОВАНИЕ

**Задача:** планирования поведения и поиска траектории в пространстве.

**Проблема:** методами теории управления не удавалось автономно решить задачу поиска траектории летательного аппарата в условиях ограниченного времени и большого количества пространственных ограничений (препятствий).

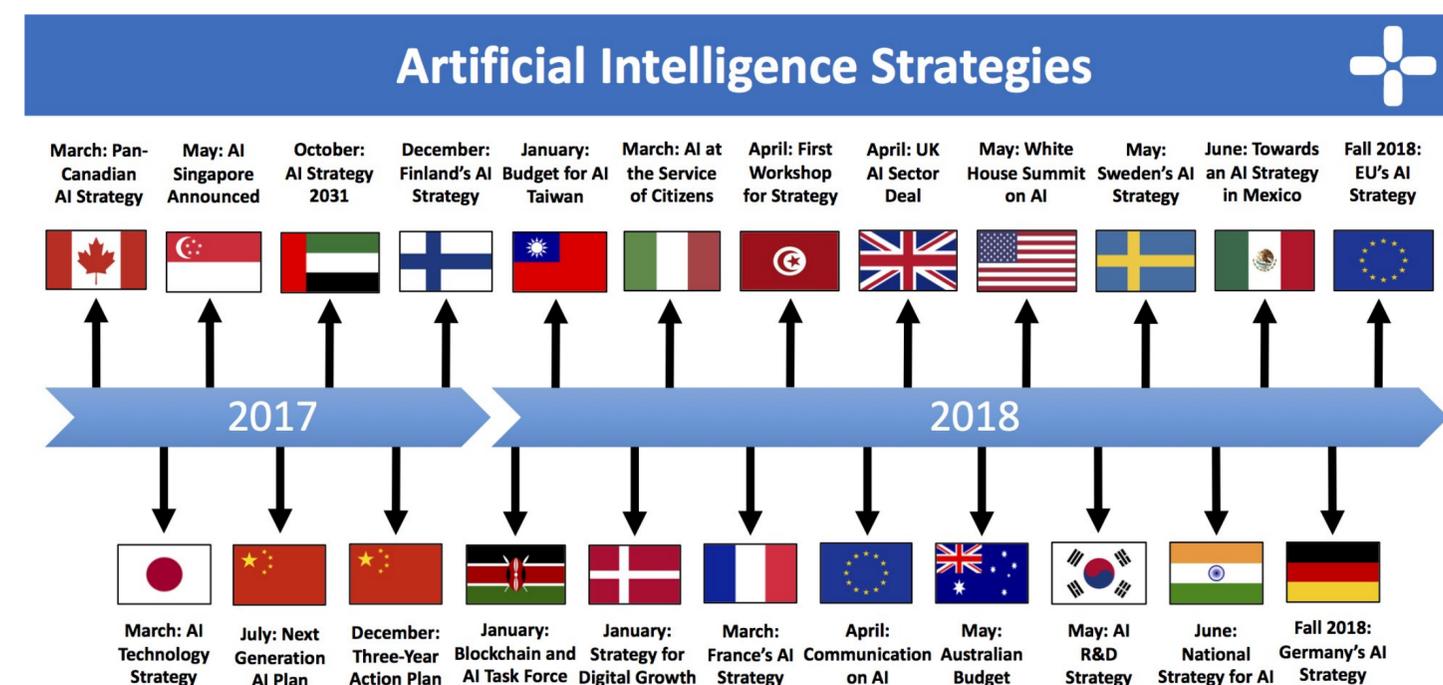
**Решение методами ИИ:** использование специальных структур представления пространственной информации: МТ-графы, на основе которых производится быстрый эвристический поиск.



- множество клеток, — отношение смежности, — матрица на множестве .

# ИНИЦИАТИВЫ В МИРЕ

- *Франция, март 2018* – For a Meaningful Artificial Intelligence: Towards a French and European Strategy (National Research Institute for Computer Science and Automatism)
- *Германия, июль 2018* – Key Points of the Federal Government for a Strategy for Artificial Intelligence (стратегия к декабрю 2018 г.)



2018-07-13 | Politics + AI | Tim Dutton

- *Великобритания, апрель 2016* – Policy paper on AI Sector Deal (Engineering and Physical Sciences Research Council)
- *Китай, июль 2017* – A Next Generation Artificial Intelligence Development Plan (China's State Council)
- *США, октябрь 2016* – The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan (National Science and Technology Council)

# ЭФФЕКТЫ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации экономики России

## **Промышленное производство**

прогнозирование спроса  
гибкость в операциях  
удешевление продукции  
увеличение продаж

## **Энергетика**

повышение отказоустойчивости и  
эффективности  
прогнозирование перегрузок в сети  
увеличение экономического  
эффекта в энергетике

## **Транспортные системы**

увеличение рентабельности  
обеспечение безопасности  
прирост ВВП

## **Здравоохранение**

персонализация медицины  
идентификация генетических рисков  
прогнозирование эффектов новых лекарств  
увеличение ВВП

## **Банковский сектор**

прогнозирование динамики  
финансовых рынков  
выявление нестандартных  
финансовых рисков  
до 80% решений принимаются с  
помощью ИИ

## **Торговля и логистика**

улучшение маршрутизации поставок  
прогнозирование логистических  
моделей

# ЭФФЕКТЫ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ

Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации экономики России

## Сельское хозяйство

повышение урожайности  
увеличение скорости обработки земли  
снижение расходов  
рост сельскохозяйственного производства

## Национальная безопасность

улучшение информационной поддержки войск  
увеличение эффективности вооружений  
обновление систем безопасности

## Оборона

планирование  
СППР  
роботы и их коалиции

## Городская инфраструктура

уменьшение энергопотребления  
сокращение расхода воды  
уменьшение издержек

## Образование

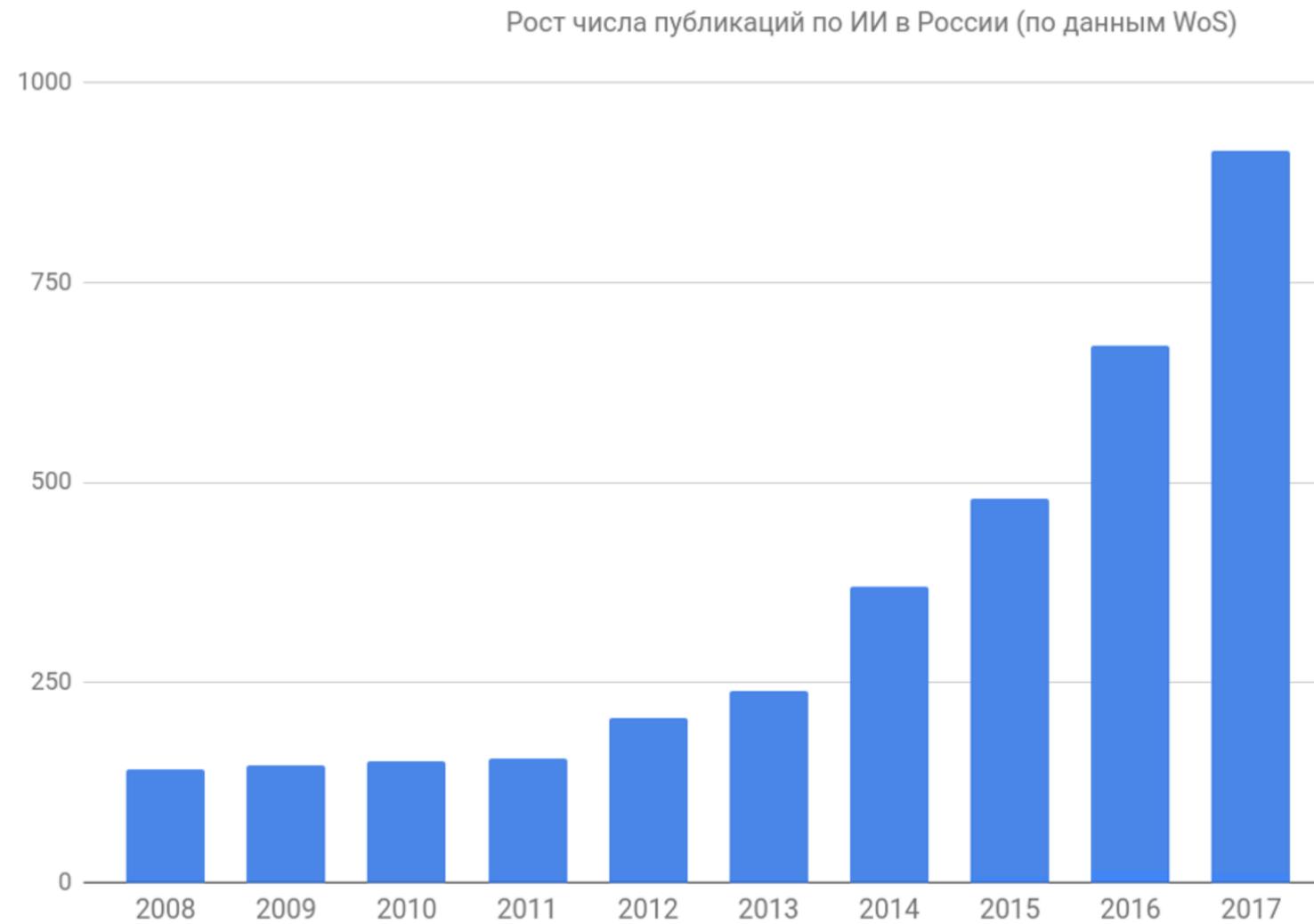
формирование индивидуальных траекторий обучения  
рост рынка онлайн-обучения  
развитие интернет-сервисов

# РОССИЙСКИЙ ЗАДЕЛ: НАУКА

## Научные школы фундаментальных исследований:

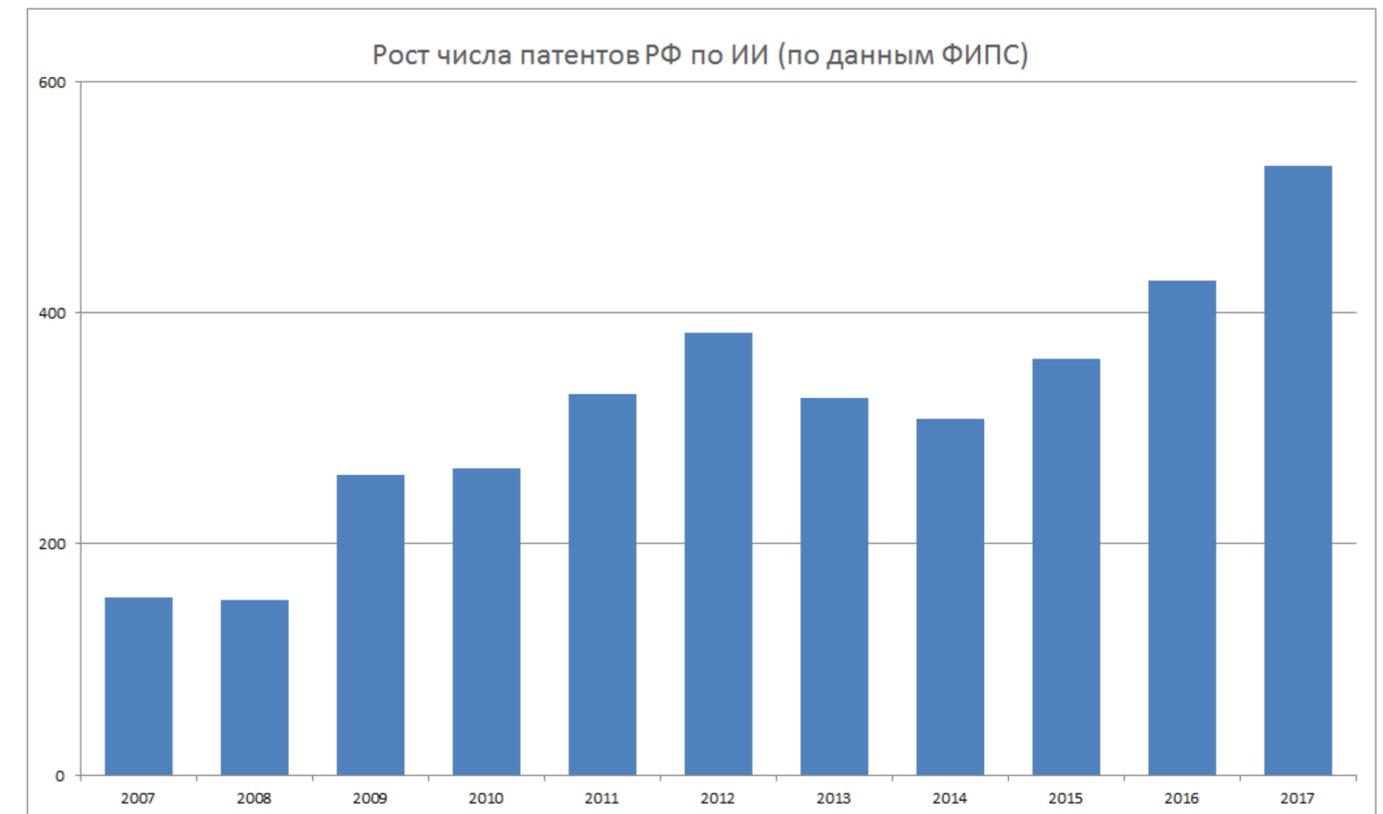
- *Поспелов Д.А.* – ситуационное управление, экспертные системы, нечеткие системы, моделирование рассуждений
- *Васильев С.Н.* – логические методы в теории управления
- *Вапник Н.В.* – теория машинного обучения
- *Журавлев Ю.И.* – теория распознавания образов
- *Рудаков К.В.* – анализ данных
- *Осипов Г.С.* – интеллектуальные динамические системы, анализ естественного языка
- *Финн В.К.* – правдоподобный вывод, ДСМ-метод
- *Макаров В.Л.* – моделирование экономических процессов
- *Желтов С.Ю.* – обработка информации в сложных системах управления
- *Величковский Б.М.* – исследование сознания и внимания в психологии
- *Анохин К.В.* – исследование памяти в биологии
- *Золотова Г.А.* – модель коммутативной грамматики в лингвистике
- *Апресян Ю.Д.* – модель «Смысл → Текст»
- *Лекторский В.А.* – гуманитарные аспекты искусственного интеллекта

# РОССИЙСКИЙ ЗАДЕЛ: ПУБЛИКАЦИИ



# РОССИЙСКИЙ ЗАДЕЛ: ПРОДУКТЫ

- Семейство поисково-аналитических систем *Exactus* (ФИЦ ИУ РАН)
- Робот *Ника* (Сбербанк)
- Интеллектуальный ассистент *iPavlov* (МФТИ)
- Голосовой помощник *Алиса* (Яндекс)
- Беспилотные автомобили (Когнитивные технологии)
- Распознавание документов и машинный перевод (АВВУУ)
- Беспилотные авиационные системы (ГосНИИАС)
- Гиперспектральная съемка для сельского хозяйства (АгроДронГрупп)
- Анализ качества публикаций (Антиплагиат, *Exactus like*)



# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации экономики России

## Цели программы:

- Формирование национальной стратегии в области ИИ, основанной на проведении фундаментальных исследований и прикладных разработок
- Создание передовых цифровых интеллектуальных технологий
- Широкое внедрение ИИ в различные отрасли цифровой экономики России

## Мероприятия программы:

- Развитие фундаментальных исследований в области искусственного интеллекта
- Развитие базовых технологий искусственного интеллекта
- Создание инструментов и аппаратно-программных средств искусственного интеллекта
- Внедрение технологий искусственного интеллекта в различные сферы цифровой экономики
- Подготовка кадров в области искусственного интеллекта

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

## Развитие фундаментальных исследований в области искусственного интеллекта

- Методы предобработки и интеллектуального анализа больших данных
- Формальные модели понимания естественного языка
- Модели коалиций интеллектуальных агентов и методы мультиагентного взаимодействия при решении групповых задач
- Методы машинного обучения и распознавания образов

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

## Развитие базовых технологий искусственного интеллекта:

- Технологии извлечения знаний из различных источников
- Технологии распознавания образов
- Технологии прогнозирования и поддержки принятия решений
- Технологии машинного обучения
- Технологии планирования и управления целенаправленным поведением в неструктурированных средах
- Технологии когнитивного анализа данных
- Технологии мультиагентного управления и диспетчирования ресурсов в распределенных системах

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

## **Создание инструментов и аппаратно-программных средств искусственного интеллекта:**

- Аппаратно-программные платформы (в том числе нейросетевые) для реализации методов и алгоритмов искусственного интеллекта
- Машины знаний и их операционные системы
- Репозитории данных для машинного обучения

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

## **Подготовка кадров в области искусственного интеллекта:**

- Развитию кадрового потенциала, подготовка специалистов, обладающих научными компетенциями и практическими навыками в области ИИ
- Созданию университетских программ по искусственному интеллекту
- Включению специальности «Искусственный интеллект» в номенклатуру специальностей ВАК

# ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ИИ В РОССИИ

Координатор: Российская академия наук

Исполнители:

ФИЦ ИПМ РАН Cognitive Tech.  
ЭМИ РАН  
ОАО РЖД Ростех ФНЦ НИИСИ РАН  
НИУ ВШЭ ИГУ РАН СПбГУ  
ИСП РАН ТомГУ ПИЦ УРО РАН  
ИАПУ ДВО РАН МГУ Росатом  
МИФИ ФИЦ ИУ РАН ДВФУ  
ИРЭ РАН Сколтех ИКТИ РАН ИТМО  
Yandex Сбербанк ИВМ СО РАН  
СПИИ РАН ИПС РАН ИППИ РАН  
СПШУ НГУ МГТУ  
ИВТ СО РАН МГТУ МФТИ МАИ  
ЮФУ Mail.ru group ИДСТУ СО РАН



[www.frccsc.ru](http://www.frccsc.ru)

[isokolov@ipiran.ru](mailto:isokolov@ipiran.ru)

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук